

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑲ Anmeldenummer: 89120548.6

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>: **C12Q 1/70, C12Q 1/68**

⑳ Anmeldetag: 07.11.89

Die Bezeichnung der Erfindung wurde geändert  
(Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-III, 7.3).

③ Priorität: 11.11.88 DE 3838269

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
20.06.90 Patentblatt 90/25

⑧ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE**

⑦ Anmelder: **BEHRINGWERKE**  
**Aktiengesellschaft**  
**Postfach 1140**  
**D-3550 Marburg 1(DE)**

⑦ Erfinder: **Cerutti, Peter, Dr.**  
**Ch. Gramines 9**  
**CH-1012 Pully(CH)**  
Erfinder: **Whitcomb, Jeannette, Dr.**  
**Devonshire Village, Box B-4, 2636**  
**Emmitsburg Rd.**  
**Gettysburg, Pa 17325(US)**  
Erfinder: **Zijlstra, Jacob, Dr.**  
**Cg. de Volrons**  
**CH-1296 Coppet(CH)**  
Erfinder: **De Villiers, Ethel-Michelle, Dr.**  
**Endweg 14**  
**D-6945 Hirschberg(DE)**

⑦ Vertreter: **Klein, Otto, Dr. et al**  
**Hoechst AG Zentrale Patentabteilung**  
**Postfach 80 03 20**  
**D-6230 Frankfurt am Main 80(DE)**

⑤ **Nachweis humaner Papillomavirus-DNA in Zervix-Abstrichen.**

⑦ Die Erfindung betrifft den direkten Nachweis von Humaner Papillomavirus DNA. Die vor kurzem entwickelte Polymerase Kettenreaktion wurde modifiziert, um Sensitivität und Spezifität zu verbessern. Durch Auswahl geeigneter Oligonukleotid-"Primer" (Amplimere) und Reaktionstemperaturen können einzelne HPV-Gene unter der gesamten Zell-DNA identifiziert und soweit amplifiziert werden, daß ein nicht-isotopischer Nachweis möglich ist. Zusätzlich erlaubt der Einsatz von reverser Transkription die gezielte Amplifikation von gespleißter-mRNA und so den Hinweis auf prä-maligne oder maligne Zustände bzw. Läsionen.

**EP 0 373 352 A2**

## Nachweis Humaner Papillomavirus DNA und ihrer Expression in Zervix-Abstrichen

Die Erfindung betrifft den direkten Nachweis von Humaner Papillomavirus DNA. Dabei wurde die vor kurzem entwickelte Polymerase Kettenreaktion (PCR; Saiki et al. (1988) Science 239, 487-491) modifiziert, um Sensitivität und Spezifität zu verbessern. Durch Auswahl geeigneter Oligonukleotid-"Primer" (Amplimere) und Reaktionstemperaturen können einzelne HPV-Gene unter der gesamten Zell-DNA identifiziert und soweit amplifiziert werden, daß ein nicht-isotopischer Nachweis möglich ist. Zusätzlich erlaubt der Einsatz von reverser Transkription die gezielte Amplifikation von gespleißter-mRNA und so den Hinweis auf prä-maligne oder maligne Zustände bzw. Läsionen.

Zwischen dem Auftreten von Zervix-Karzinomen und dem Nachweis von HPV Serotypen 16, 18, 31 und 33 in Zervikalgewebe besteht eine starke Korrelation. Die verwandten HPV Serotypen 6 und 11 sind im Genitaltrakt zwar auch oft vorhanden, aber mit benignen Läsionen, Genitalwarzen und Kondylomata assoziiert. Das Genom von HPV 16 und 18 besitzt 8 offene Leserahmen ("Open Reading Frames", ORF; Fig. 1). L-1 und L-2 kodieren für Strukturprotein, während die Bedeutung der anderen ORF nicht so gut verstanden wird. Es gibt einen starken Zusammenhang zwischen in das Wirtsgenom integrierten E6/E7-Regionen und der Transformation zu Malignität. Für den E7 ORF wurde gezeigt, daß er für ein in HPV-infizierten Zellen in großen Mengen vorhandenes zytoplasmatisches Phosphoprotein kodiert. Die Rolle dieses Proteins für die Transformation und Aufrechterhaltung der Malignität ist nicht bekannt. Die E6/E7-Regionen werden in transformierten Zellen stark transkribiert. Es existiert sowohl ein Transkript der gesamten E6/E7 Region als auch gespleißte RNA's. Das in HPV 16 und 18 ähnliche Spleißmuster führt zu einem Translationsprodukt, das als E6\* bezeichnet wird. (Schneider-Gädick et al. (1988) Cancer Res. 48, 2969-2974). Dieses Spleißmuster korreliert wahrscheinlich mit dem malignen Potential der HPV Viren, wie HPV 16, 18, 31 und 33 es aufweisen, während HPV 6 und 11 es nicht besitzen. Das gespleißte und im Leserahmen verschobene mRNA Transkript für HPV 16 bzw. HPV 18 E6\* ist schematisch in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt. Zusätzlich ist eine für HPV 16 gefundene, noch kleinere gespleißte mRNA von etwa 1.5 kb gezeigt. Die bisher zur Verfügung stehenden Methoden zum Virus-Nachweis, wie beispielsweise in situ DNA-Hybridisierung mit radioaktiv markierten "DNA-Probes" sind schwierig durchzuführen, zeitaufwendig und oft nicht empfindlich genug. Das zur Amplifikation von HPV-DNA benutzte Verfahren der Polymerase Kettenreaktion (PCR; Saiki et al. a.a.O.) war gleichfalls nicht für die Routine geeignet.

Wir haben gefunden, daß zum Nachweis von HPV die Polymerasekettenreaktion vereinfacht durchgeführt werden kann und bei Einsatz geeigneter Amplimere und darauf abgestimmter Dimethylsulfoxid-Konzentrationen HPV nach etwa 3 Stunden aus Zervix-Abstrichen nachweisbar ist. Dabei wurde als Polymerase die Taq-Polymerase eingesetzt und Temperaturen von 89° C und 63° C bei Zykluszeiten von 1 Minute gewählt. Bei Vorschaltung eines cDNA-Syntheseschrittes mit Hilfe von reverser Transkriptase kann anhand der auftretenden DNA-Banden auf das Vorliegen von gespleißter mRNA zu E6\* geschlossen werden (Fig. 4 und Fig. 5) und damit das Vorliegen von prä-malignen bzw. malignen Läsionen wahrscheinlich gemacht werden.

Die Erfindung betrifft folglich:

a) ein vereinfachtes PCR-Verfahren zum Nachweis von HPV durch Wahl geeigneter Bedingungen wie Amplimersequenzen, Reaktionstemperaturen (bevorzugt 89° C und 63° C), erhöhten Konzentrationen von Amplimeren und Deoxynukleotidtriphosphaten, kurzen Zykluszeiten von 1 bis 2 Minuten sowie Start der PCR bei einer Temperatur, bei der Doppelstrang-DNA noch "geschmolzen" ist, so daß die Spezifität wesentlich verbessert ist,

b) wobei eine geeignete Wahl von Amplimeren den simultanen Nachweis mehrerer Virustypen (z.B. HPV 16, 18, 31 und 33) erlaubt und DNA Fragmente von charakteristischer Länge für jedes einzelne Virus erhalten werden, die nach Agarosegelelektrophorese-Trennung und Anfärbung mit Ethidium-Bromid densitometrisch quantifiziert werden,

c) Vorschalten eines Schritts zur reversen Transkription von mRNA vor die Amplifikationsreaktionen, um über den Nachweis von amplifizierter gespleißter mRNA auf das Vorliegen von E6\* zu schließen, wobei vorzugsweise Amplimere gewählt werden, die die Spleißstellen überspannen, wenn auf das Vorliegen von E6\* geprüft werden soll,

d) Ko-Amplifikation eines "Single-copy"-Gens (wie des humanen IL-2 Rezeptor-,  $\beta$ -Globin-, c-H-ras-Gens), zur internen Standardisierung und zur Kontrolle, daß die Amplifikationsreaktionen zufriedenstellend funktioniert haben.

Im Fall (c) können Amplimere von 14 - 20 Nukleotiden gewählt werden, die etwa symmetrisch die Spleißstelle überspannen, falls nur Amplifikationsprodukte der Reversen Transkriptasereaktion erhalten werden sollen. Ein Beispiel ist der Amplimer ACAGAGG TGC, wobei der Pfeil die Spleißstelle markiert.

Die E6\* RNA wird jedoch auch durch ihre unterschiedliche Fragmentlänge nachgewiesen, wie in den Beispielen mit den Amplimerenpaaren 24/26 und 21/22 für HPV 18 bzw. HPV 16 ausgeführt. Das vorstehend am Beispiel E6\* von HPV 18 bzw. HPV 16 beschriebene Verfahren ist durch Wahl geeigneter Amplimere allgemein einsetzbar zum Nachweis gespleißter mRNA.

5 Die Erfindung ist ferner in den nachfolgenden Beispielen und Patentansprüchen beschrieben.

#### Beispiel 1: Probenahme klinischer Spezimen zum HPV-DNA Nachweis und/oder E6\* RNA Nachweis

10 Nach der Applikation des Zervix Abstrichs für die histologische Untersuchung ("pap smear") wurde der übliche Holzspatel, der das restliche Material enthält, in 20 ml eiskalte Earle's BSS-Glukose eingetaucht (0.2 g/l  $\text{CaCl}_2$ , 0.4 g/l KCL, 0.2 g/l  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 6.8 g/l NaCl, 2.2 g/l  $\text{NaHCO}_3$ , 0.14 g/l  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , 1 g/l Glukose). Nach max. 5 Std. auf Eis wurde die Probe von Hand geschüttelt und der Spatel entfernt. Die Probe wurde bei 4° C/100 x g zentrifugiert, wobei der Mucus oben aufschwimmt, während die Zellen sich  
15 auf dem Grund des Röhrchens absetzen. Der Überstand wurde dekantiert und der Zell-Rückstand einmal mit phosphat-gepufferter Salzlösung gewaschen. Der Zell-Rückstand wurde bei -70° C gefroren und bis zur weiteren Verarbeitung gefroren aufbewahrt.

#### 20 Beispiel 2: Reverse Transkription

Ein Reaktionszusatz von 5 µl Gesamtvolumen ist wie folgt zusammengesetzt:

25	Puffer A (10 x)	0.5 µl
	10 x BSA	0.5 µl
	Nukleosidtriphosphate (NTPs, 5 mM)	1.0 µl
	RNasin	0.25 µl
	Dithiotreitol	0.25 µl
30	Amplimer (Primer)	0.5 µl
	Reverse Transkriptase	0.5 µl
	$\text{H}_2\text{O}$	0.5 µl
	Zell-Probe	0.1 µl

35 Puffer A (10x) ist dabei wie folgt zusammengesetzt:

500 mM Tris HCl pH 8.3  
70 mM  $\text{MgCl}_2$   
500 mM KCl  
40 100 mM  $\beta$ -mercaptoethanol  
10 x BSA enthält 1.70 mg/ml BSA in  $\text{H}_2\text{O}$   
RNasin (Promega) enthält 40 U/µl  
Dithiothreitol ist 20 mM  
Amplimere sind in  $\text{H}_2\text{O}$  in einer Konzentration von 400 µg/ml enthalten. Reverse Transkriptase (Boehringer  
45 Mannheim) enthält 20 - 25 U/µl.

Der Reaktionsansatz ohne Zugabe der Zellprobe wurde gemischt und per 4 µl im Eppendorfröhrchen pipettiert; darauf fügte man je 1 µl der zu untersuchenden Zellprobe hinzu. Anschließend wurde mit 200 µl Paraffinöl überschichtet, der Ansatz 15 Sekunden auf Stufe 2 mit einem Bronson Ultraschallgerät B15 beschallt und die Emulsion bei Raumtemperatur in der Eppendorf-Tischzentrifuge getrennt. Schließlich  
50 folgte eine Inkubation bei 42° C für 10 Minuten mit anschließendem Reaktionsstop durch Erhitzen auf 89° C.

#### Beispiel 3: Amplifikation

55 Ein Reaktionsansatz ist aus 20 µl Amplifikationsgemisch und 5 µl Reaktionsansatz der Reversen Transkriptionsreaktion bzw. entsprechend gepufferter Zellprobe gebildet, wobei das Amplifikationsgemisch wie folgt zusammengesetzt ist:

Puffer B (10 x)	2 µl
10 x BSA	2 µl
Deoxynukleotidtriphosphate (dNTP's, 25 mM)	1 µl
Amplimer	0.5 µl
Taq Polymerase	0.4 µl
H <sub>2</sub> O	14.3 µl

10 Puffer B (10 x) ist wie folgt zusammengesetzt:

70 mM MgCl<sub>2</sub>

500 mM KCl

100 mM β-mercaptoethanol

Die Taq Polymerase (Biores) hat 5 U/µl (Andere Bestandteile siehe Beispiel 2).

15 Man gab nun 20 µl auf 89° C temperiertes Amplifikationsgemisch zu 5 µl Probe, die ebenfalls bei 89° C inkubiert wurde. Die DNA-Amplifikation wurde nun in 1-minütigen Zyklusschritten bei 89° C/63° C durchgeführt, wobei 25 bis 40 Zyklen in der Regel ausreichen, um HPV DNA bzw. mRNA in bis zu wenigstens 20 Zellen nachzuweisen.

20

Beispiel 4a: Auswahl der Amplimere für HPV 18

25 1 ATTAATACTT TTAACAATTG TAGTATATAA AAAAGGGAGT AACCGAAAAC  
51 GGTCGGGACC GAAAACGGTG TATATAAAAG ATGTGAGAAA CACACCACAA  
101 TACTATGGCG CGCTTTGAGG ATCCAACACG GCGACCCTAC AAGCTACCTG E6  
151 ATCTGTGCAC GGAAGTGAAC ACTTCACTGC AAGACATAGA AATAACCTGT  
30 201 GTATATTGCA AGACAGTATT GGAAGTTACA GAGGTATTTG AATTTGCATT  
251 TAAAGATTTA TTTGTGGTGT ATAGAGACAG TATACCCCAT GCTGCATGCC  
301 ATAAATGTAT AGATTTTAT GCTAGAATTA GAGAATTAAG ACATTATTCA  
35 351 GACTCTGTGT ATGGAGACAC ATTGGAAAAA CTAACATAACA CTGGGTTATA  
401 CAATTTATTA ATAAGGTGCC TCGGGTGCCA GAAACCGTTG AATCCAGCAG  
451 AAAAAGTTAG ACACCTTAAT GAAAAACGAC GATTTACAAA CATAGCTGGG  
501 CACTATAGAG GCCAGTGCCA TTCGTGCTGC AACCGAGCAC GACAGGAACG  
40 551 ACTCCAACGA CGCAGAGAAA CACAAGTATA ATATTAAGTA TGCATGGACC E7  
601 TAAGGCAACA TTGCAAGACA TTGTATTGCA TTTAGAGCCC CAAAATGAAA  
651 TTCCGGTTGA CCTTCTATGT CACGAGCAAT TAAGCGACTC AGAGGAAGAA  
45 701 AACGATGAAA TAGATGGAGT TAATCATCAA CATTTACCAG CCCGACGAGC  
751 CGAACCACAA CGTCACACAA TGTGTGTAT GTGTTGTAAG TGTGAAGCCA  
801 GAATTGAGCT AGTAGTAGAA AGCTCAGCAG ACGACCTTCG AGCATTCCAG  
851 CAGCTGTTTC TGAACACCCT GTCCTTTGTG TGTCCGTGGT GTGCATCCCA  
50 901 GCAGTAAGCA ACAATGGCTG ATCCAGAAGG TACAGACGGG GAGGGCACGG  
951 GTTGTAACGG CTGGTTTTAT GTACAAGCTA TTGTAGACAA AAAAACAGGA

55 Amplimer-Positionen sind unterstrichen.

E6-Spleißsequenzen sind gepunktet und unterstrichen.

Amplimer-Sequenzen:

Nr. 24 (Position 167 - 186)

AGT GAA TTC TTC GAA CAC TTC ACT GCA AGA CA

Nr. 26 (Position 667 - 686)

AGT GAA TTC GCG CGC TTA ATT GCT CGT GAC AT

5 Nr. 25 (Position 647 - 666)

AGT GAA TTC TCT AGA AGG TCA ACC GGA ATT TC

Die 4 Tripletts "Vorspann" sind EcoRI-spaltbare Oligonukleotidlinker.

Ein Intron befindet sich zwischen Position 236 bis 417 (182 bp), so daß bei Amplifikation der DNA mit dem Amplimerenpaar Nr.24 / Nr.26 eine Bande von 544 bp nachweisbar ist.

10 Bei Amplifikation der RNA, also nach Vorschaltung eines Schritts mit reverser Transkription der gespleißten mRNA, wird zusätzlich eine Bande von 362 bp nachgewiesen.

#### Beispiel 4b: Auswahl der Amplimere für HPV 16

15

1 ACTACAATAA TTCATGTATA AAAC TAAGGG CGTAACCGAA ATCGGTTGAA  
 51 CCGAAACCGG TTAGTATAAA AGCAGACATT TTATGCACCA AAAGAGA ACT  
 20 101 GCAATGTTTC AGGACCCACA GGAGCGACCC AGAAAGTTAC CACAGTTATG E6  
 151 CACAGAGCTG CAAACA ACTA TACATGATAT AATATTAGAA TGTGTGTACT  
 201 GCAAGCAACA GTTACTGCGA CGTGAGGTAT ATGACTTTGC TTTTCGGGAT  
 25 251 TTATGCATAG TATATAGAGA TGGGAATCCA TATGCTGTAT GTGATAAATG  
 301 TTTAAAGTTT TATTCTAAAA TTAGTGAGTA TAGACATTAT TGTTATAGTT  
 351 TGTATGGAAC AACATTAGAA CAGCAATACA ACAAACCGTT GTGTGATTG  
 401 TTAATTAGGT GTATTAACTG TCAAAGCCA CTGTGTCCTG AAGAAAAGCA  
 30 451 AAGACATCTG GACAAAAGC AAAGATTCCA TAATATAAGG GGTCCGGTGGA  
 501 CCGGTCGATG TATGTCTTGT TGCAGATCAT CAAGAACACG TAGAGAAACC  
 551 CAGCTGTAAT CATGCATGGA GATACACCTA CATTGCATGA ATATATGTTA E7  
 35 601 GATTTGCAAC CAGAGACAAC TGATCTCTAC TGTTATGAGC AATTAAATGA  
 651 CAGCTCAGAG GAGGAGGATG AAATAGATGG TCCAGCTGGA CAAGCAGAAC  
 701 CGGACAGAGC CCATTACAAT ATTGTAACCT TTTGTTGCAA GTGTGACTCT  
 751 ACGCTTCGGT TGTGCGTACA AAGCACACAC GTAGACATTC GTACTTTGGA  
 40 801 AGACCTGTTA ATGGGCACAC TAGGAATTGT GTGCCCCATC TGTTCTCAGA  
 851 AACCATAATC TACCATGGCT GATCCTGCAG GTACCAATGG GGAAGAGGGT  
 901 ACGGGATGTA ATGGATGGTT TTATGTAGAG GCTGTAGTGG AAAAAAAAAAC  
 45 951 AGGGGATGCT ATATCAGATG ACGAGAACGA AAATGACAGT GATACAGGTG

Amplimer-Positionen sind unterstrichen.

E6\*-Spleißsequenzen sind gepunktet und unterstrichen.

50

Amplimer-Sequenzen:

Nr. 21 (Position 198 - 207)

AGT GAA TTC AGT ACT GCA AGC AAC AGT TAC TG

55 Nr. 22 (Position 601 - 620)

AGT GAA TTC AAC GTT GTC TCT GGT TGC AAA TC

Nr. 23 (Position 658 - 677)

AGT GAA TTC AGA TCT ATT TCA TCC TCC TCC TC



Die 4 Triplets "Vorspann" jeweils sind EcoRI-spaltbare Oligonukleotidlinker

Die Introns befinden sich etwa bei Position 225 bis 410 (186 bp) und bei 254 bis 524 (270 bp). Bei Amplifikation der DNA mit dem Amplimerenpaar Nr.21 / Nr. 22 wird eine Bande von 447 bp nachweisbar, bei Amplifikation der RNA, also nach Vorschaltung eines Schritts mit reverser Transkription der gespleißten mRNA, werden zusätzlich Banden von etwa 261 und 177 bp nachgewiesen.

Legende zu Fig. 1: Offene Leserahmen von HPV 18 (Ähnlich ist HPV 16 aufgebaut).

Legende zu Fig. 2: Graphische Darstellung der E6/E7 Region von HPV 18

a) DNA-Organisation

b) E6/E7 mRNA von 3.4 kb

c) gespleißte mRNA für E6\* von 1.6 kb

Legende zu Fig. 3: Graphische Darstellung der E6/E7 Region von HPV 16

a) DNA-Organisation

b) E6/E7 mRNA von 4.5 kb

c) gespleißte mRNA für E6\* von 2.3 kb

d) kleinere gespleißte mRNA von etwa 1.5 kb

Legende zu Fig. 4: Amplimer-Positionen und Spleiß-Stellen in amplifizierten HPV 18 DNA Segmenten

a) E6/E7 Teil des HPV 18-Genoms

b) Position der Amplimere 24, 25 und 26.

c) Größe des amplifizierten DNA-Stücks bzw. der unprozessierten mRNA.

d) Größe der amplifizierten cDNA der gespleißten E6\* RNA.

Legende zu Fig. 5: Amplimer-Positionen und Spleiß-Stellen in amplifizierten Segmenten von HPV 16

DNA

a) E6/E7 Teil des HPV 16-Genoms

b) Position der Amplimere 21, 22 und 23.

c) Größe des amplifizierten DNA-Stücks bzw. der unprozessierten mRNA.

d) Größe der amplifizierten cDNA der gespleißten E6\* RNA

e) Größe der kleineren mRNA Bande, die durch Smotkin u. Wettstein, Proc. Natl. Acad. Sci (USA)

83, 4680 (1986) identifiziert wurde.

## Ansprüche

1. Verfahren zum direkten Nachweis der Anwesenheit und Expression von HPV mittels Polymerasekettenreaktion (PCR),

a) unter Einsatz von Deoxynukleotidtriphosphatkonzentrationen größer als 0.2 mM und Amplimerkonzentrationen größer als 0.5  $\mu$ M

b) mit Zykluszeiten von 1 bis 2 Minuten

c) bei 2 Temperaturen von 70 °C-95 °C und 50 °C-70 °C

d) Start der PCR oberhalb der Schmelztemperatur

e) mit direktem Nachweis spezifischer DNA-Fragmente durch Färbung nach Agarose-Gel-Elektrophorese

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturen 89 °C und 63 °C gewählt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäurefreisetzung durch Beschallung der Zellprobe erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die PCR bei Zugabe von bis zu 20% v/v Dimethylsulfoxid durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der PCR eine Reaktion mit reverser Transkriptase vorgeschaltet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Amplimere eingesetzt werden, die eine Spleißsequenz überdecken.

7. Reagenzkombination, die Amplimere nach Anspruch 6 enthält.

8. Verfahren zum Nachweis gespleißter mRNA, dadurch gekennzeichnet, daß der PCR ein cDNA-Syntheseschritt mit reverser Transkriptase vorgeschaltet wird und Amplimere eingesetzt werden, die eine Spleißsequenz überdecken.

9. Reagenzkombination, die Amplimere nach Anspruch 8 enthält.

Patentansprüche für folgenden Vertragsstaat: ES

1. Verfahren zum direkten Nachweis der Anwesenheit und Expression von HPV mittels Polymerasekettenreaktion (PCR),
  - a) unter Einsatz von Deoxynukleotidtriphosphatkonzentrationen größer als 0.2 mM und Amplimerkonzentrationen größer als 0.5  $\mu$ M
  - 5 b) mit Zykluszeiten von 1 bis 2 Minuten
  - c) bei 2 Temperaturen von 70° C-95° C und 50° C-70° C
  - d) Start der PCR oberhalb der Schmelztemperatur
  - e) mit direktem Nachweis spezifischer DNA-Fragmente durch Färbung nach Agarose-Gel-Elektrophorese
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturen 89° C und 63° C gewählt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäurefreisetzung durch Beschallung der Zellprobe erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die PCR bei Zugabe von bis zu
 15 20% v/v Dimethylsulfoxid durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der PCR eine Reaktion mit reverser Transkriptase vorgeschaltet ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Amplimere eingesetzt werden, die eine Spleißsequenz überdecken.
- 20 7. Verfahren zum Nachweis gespleißter mRNA, dadurch gekennzeichnet, daß der PCR ein cDNA-Syntheseschritt mit reverser Transkriptase vorgeschaltet wird und Amplimere eingesetzt werden, die eine Spleißsequenz überdecken.

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 4

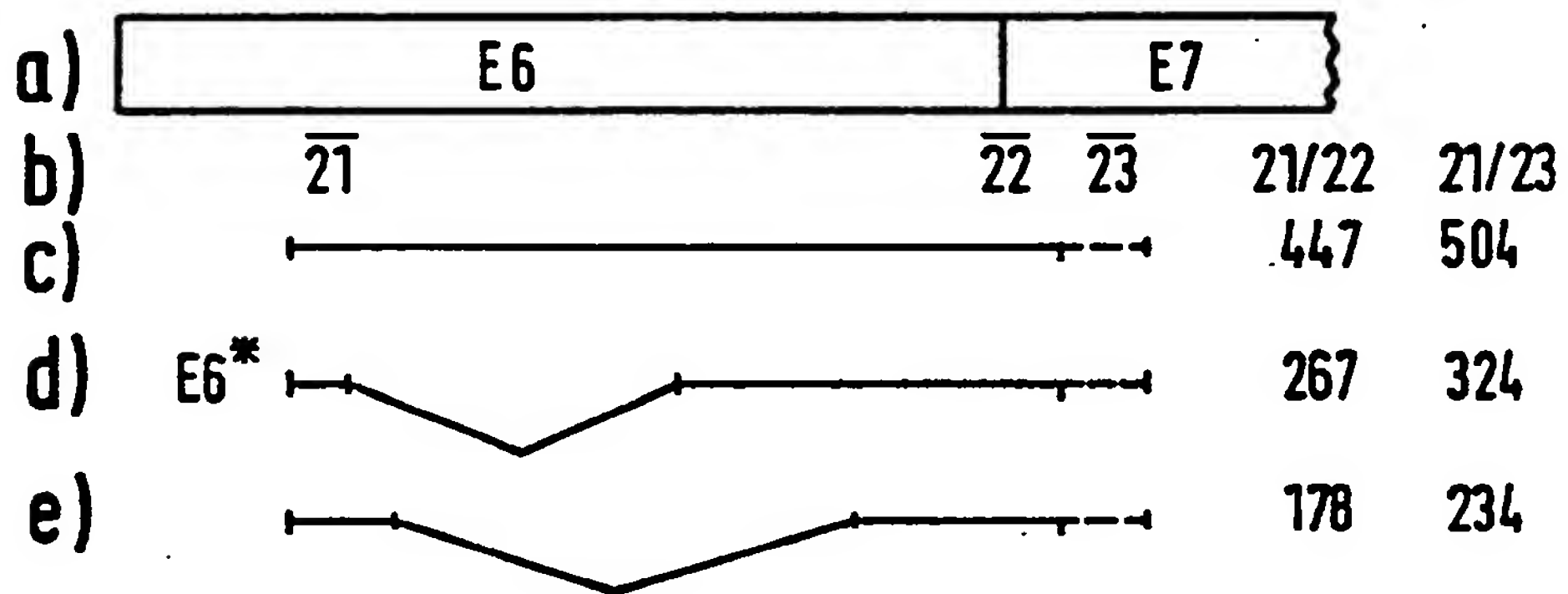
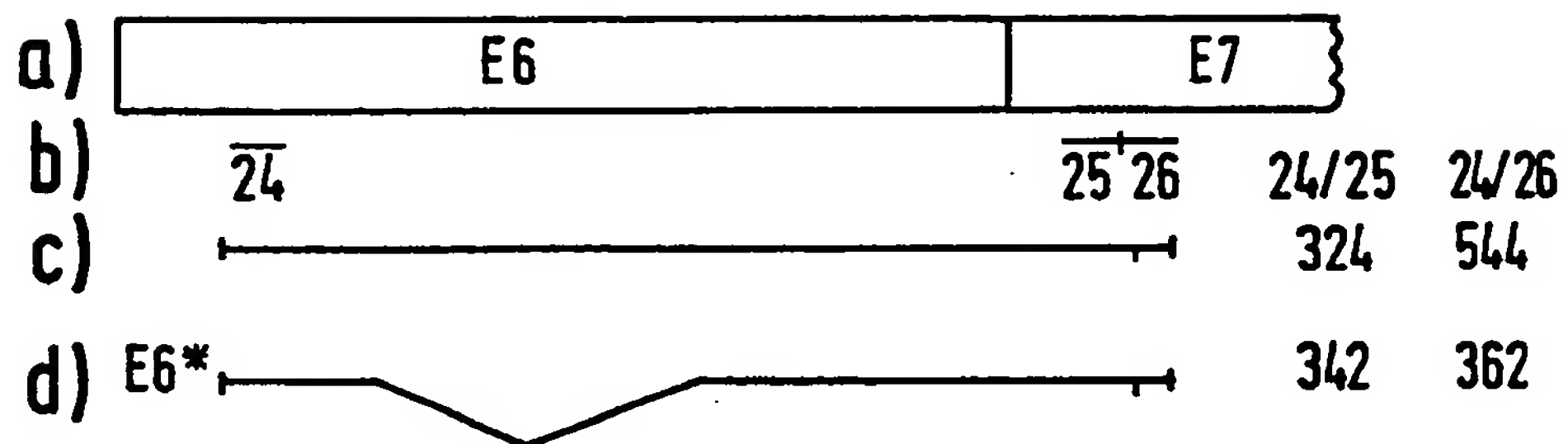


FIG. 5



FIG. 1

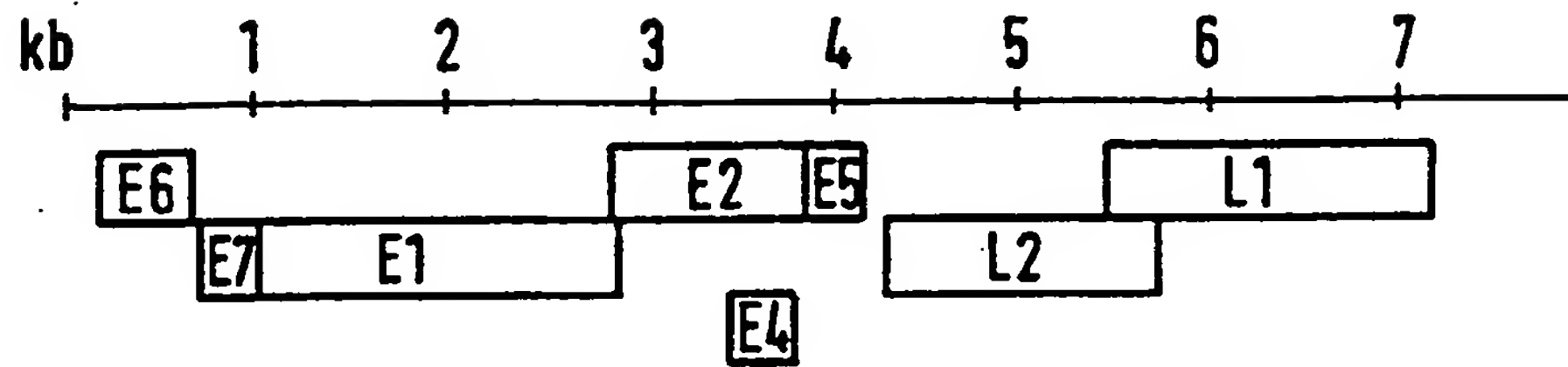


FIG. 2

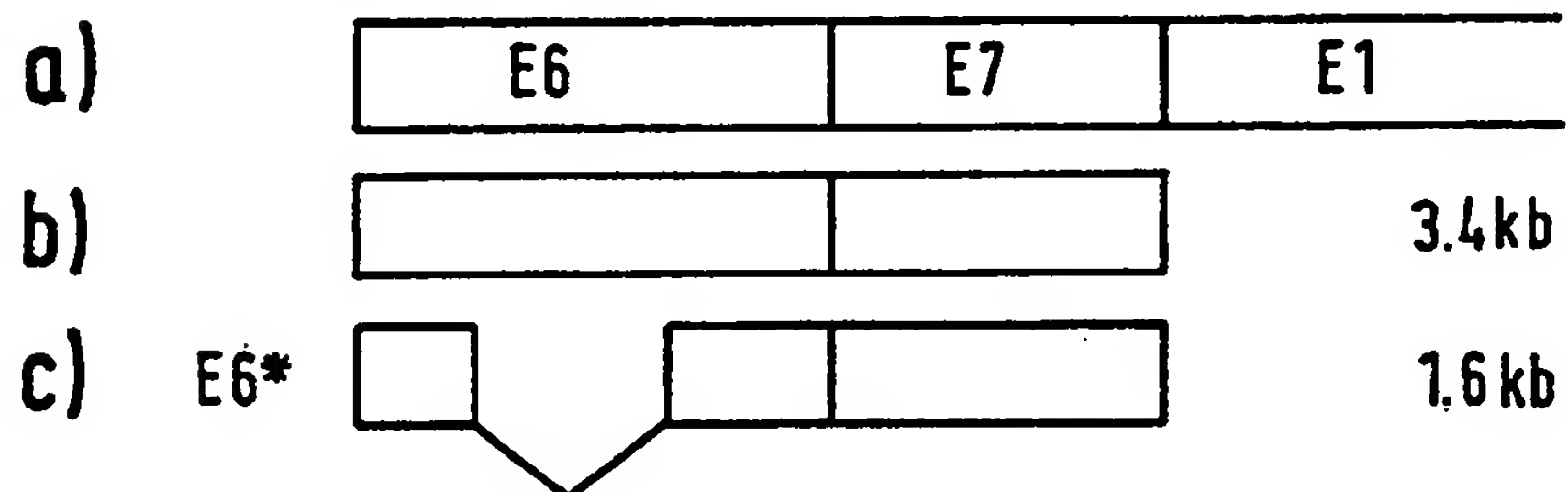


FIG. 3

